

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 01-286655
(43)Date of publication of application : 17.11.1989

(51)Int.Cl.

H04L 25/03
H03K 17/78
H04B 9/00

(21)Application number : 63-116683
(22)Date of filing : 13.05.1988

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD
(72)Inventor : SAWAI TAKANORI

(54) LIGHT RECEIVING CIRCUIT

(57)Abstract:

PURPOSE: To unify the output of a differential amplifying part regardless of the size of an optical signal, to binarize an output signal, to expand the dynamic range of a light receiving circuit and to improve a noise margin by changing the amplification factor of the differential amplifying part by the peak value of a peak value holding part.

CONSTITUTION: An optical current i_P from a photodetector 1 of a light receiving circuit is converted to a voltage with a current voltage converting part 2, an average value Q of a converted output U is detected by an average value holding part 3 and a peak value P of the converted output U is detected and held by a peak value holding part 4. The difference between the output U of the converting part 2 and an output Q from the holding part 3 is obtained by a differential amplifying part 5, the amplification factor to differentiate and amplify the difference is controlled by an output peak value P of the holding part 4 and an output W is inputted to a comparator 6. The output W of the amplifying part 5 and a constant reference voltage are compared by the comparator 6 and binarized. An amplification factor A of the amplifying part 5 is minimized as the peak value P become larger and the output W is unified regardless of the size of the optical signal.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

BEST AVAILABLE COPY

⑨ 日本国特許庁(JP)

⑩ 特許出願公開

⑫ 公開特許公報(A) 平1-286655

⑬ Int. Cl.⁴

H 04 L 25/03
H 03 K 17/78
H 04 B 9/00

識別記号

庁内整理番号

E-7345-5K
Z-8124-5J
B-8523-5K
S-8523-5K

⑭ 公開 平成1年(1989)11月17日

審査請求 未請求 請求項の数 3 (全5頁)

⑮ 発明の名称 光受信回路

⑯ 特 願 昭63-116683

⑰ 出 願 昭63(1988)5月13日

⑱ 発 明 者 沢 井 孝 典

大阪府大阪市此花区島屋1丁目1番3号 住友電気工業株式会社大阪製作所内

⑲ 出 願 人 住友電気工業株式会社

大阪府大阪市東区北浜5丁目15番地

⑳ 代 理 人 弁理士 川瀬 茂樹

明 細 書

1 発明の名称

光受信回路

2 特許請求の範囲

- (1) 受光素子1から得られる光電流 I_p を増幅した後、波形整形しデジタル信号として取り出す光受信回路であつて、光電流 I_p を電圧に変換し増幅する電流電圧変換部2と、電流電圧変換部2の出力Uの平均値Qを検出し保持する平均値ホールド部3と、電流電圧変換部の出力Uのピーク値Pを検出し保持するピーク値ホールド部4と、電流電圧変換部出力Uと平均値ホールド部出力Qの差を差動増幅し増幅率がピーク値ホールド部出力Pによつて制御される1段又は複数段の差動増幅部5と、差動増幅部5の出力Wを一定の基準電圧Sと比較して二値化するコンパレータ6とから構成され、差動増幅部5の増幅率Aはピーク値Pが大きくなるに従つて小さくなるようにし、差動増幅部5の出力Wが、光信号の大きさによらずほぼ一定であるようにし

た事の特徴とする光受信回路。

- (2) 電流電圧変換部2がダイオード・リミッタを付加した対数増幅器である事の特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載の光受信回路。

- (3) コンパレータ6の前段に接続される差動増幅器の出力にバイアス差 Δ を付けた事の特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載の光受信回路。

3 発明の詳細な説明

(ア) 技 術 分 野

本発明は、光データリンクの受信部に用いる光受信回路に関する。

光データリンクは、複数の局を、光ファイバで結合した情報伝送系である。ひとつの局は、送信部と受信部とを持つ。

光受信部は、光ファイバの中を伝送された光信号を電気信号に変える受光素子と、受光素子電流を増幅し、波形整形する電気回路を備える。

波形整形というのは、歪んだ波形を、正しい矩形波に変えるものである。コンパレータを使つた二値化回路である。基準電圧 V_{ref} と入力電圧とを

比較し、0又は1の出力を与える。

結局、増幅率、基準電圧がパラメータとなる。これをどうして決定するかによつて、いくつかの回路がありうる。

(4) 従来技術

従来の光受信回路の構成例を3つ説明する。

(I) リニアアンプ+コンパレータ(第2図)

受光素子1の光電流を、リニアアンプ10で増幅し、電流に比例した電圧 v_i を生ずる。

$$v_i = i_p R_i \quad (1)$$

である。 i_p は光電流、 R_i はアンプの帰還抵抗である。これをコンパレータ11により、基準電圧 v_{ref} と比較し、二値化する。もともとデジタル信号であるから、二値化によつて、もとのデジタル信号を得る事ができる。 v_{ref} は一定値である。

この回路は最も単純であつて、しかも基本的なものである。

(II) A T C付光受信回路(第3図)

る。 R_i が増幅率(ゲイン)を与える。

増幅率を大きい値に選ぶと、最低受信感度は向上する。しかし、反面、光電流が大きい時に、トランジスタが飽和し、ダイナミックレンジを広くとる事ができない。

逆に、増幅率を小さい値に選ぶと、ダイナミックレンジを広くすることができる。ところが感度が悪くなり、最低受信感度が大きくなりすぎる。

また、コンパレータの基準電圧も一定であるので、パルス幅歪が、光電流の大小に依存する。光電流が大きいと、パルス幅歪が大きくなる。増幅後のHレベル、Lレベルを v_h 、 v_l とすると、光電流が大きいと $(v_h + v_l)/2 > v_{ref}$ となる。光電流が小さいと $(v_h + v_l)/2 < v_{ref}$ となる。

$(v_h + v_l)/2 = v_{ref}$ とならないので、元の信号のHレベルの長さ、復調された信号のHレベルの長さが異なる。これをパルス幅歪という。

(III) コンパレータの基準電位 v_{ref} を自動的にコントロールできる。つまり、自動的に

光電流 i_p をリニアアンプ10で増幅する点は同じである。これをコンパレータ11に入れて二値化する。

ただし、コンパレータ11の基準電圧 v_{ref} が一定値ではない。増幅された電圧 v_i の平均値をA T C 13によつて常時検出しこれを v_{ref} とする。

$$v_{ref} = \langle v_i \rangle \quad (2)$$

である。 $\langle \dots \rangle$ は平均操作を意味する。

(IV) A G C付光受信回路(第4図)

光電流 i_p の大小に関係なく電圧出力を一定に保つように利得を自動的に変化させるA G C回路を付加している。

コンパレータ11の基準電圧 v_{ref} は一定である。

(5) 従来技術の問題点

I ~ IIIの光受信回路は、次のような問題点がある。

(I) これは増幅率、基準電圧ともに固定されている。

$v_{ref} = (v_h + v_l)/2$ とする事ができる。

従つて、パルス幅歪が小さくなり、パルス幅歪特性については改善される。

ところが、増幅率が固定されているので、最低受信感度とダイナミックレンジの関係について、(I)と同じ難点がある。

(II) 光電流の大小に応じて増幅率を自動的にコントロールし出力電圧振幅 v_o をほぼ一定に保つことができる。基準電圧 v_{ref} は固定である。

出力電圧振幅 v_o が一定であるため基準電圧が一定のコンパレータによつて二値化しても、パルス幅歪の小さい信号を得る事ができる。

しかし、A G C (Auto Gain Controller) 回路といつても、出力電圧振幅 v_o を常に一定に保つ回路は容易に実現できない。

出力電圧振幅 v_o がほぼ一定であるが、多少の入力依存性を持つA G C回路が一般的である。

以上に説明したI ~ IIIの他に、光信号を電気信号に変換した後、微分してから、矩形波に変換するものもある。これは、本発明者等の、

特開昭 60 - 239138 号 (S 60. 11. 28 公開)

特開昭 60 - 240231 号 (S 60. 11. 29 公開)

特開昭 60 - 240232 号 (S 60. 11. 29 公開)

特開昭 60 - 242742 号 (S 60. 12. 2 公開)

特開昭 60 - 246138 号 (S 60. 12. 5 公開)

特開昭 60 - 247967 号 (S 60. 12. 7 公開)

がある。これらは、信号波形をそのまま基準電圧と比較して二値化するのではない。いつたん微分し、ヒステリシス付コンパレータによつて二値化する。

本発明とは動作原理が異なる。

(イ) 目的

ダイナミツクレンジが広く、高感度であつて、パルス幅歪が小さく、ノイズマージンの大きい光受信回路を提供する事が本発明の目的である。

(ロ) 構成

本発明の光受信回路の構成を第 1 図によつて説明する。

本発明の光受信回路は、受光素子 1、電流電圧変換部 2、平均値ホールド部 3、ピーク値ホールド部 4、差動増幅部 5、コンパレータ 6 よりなる。

の電流電圧変換部にも使われている。

第 1 図の一部に図示した構成である。

電流電圧変換部 2 の出力を U とする。

- (3) 平均値ホールド部 3 は、電流電圧変換部 2 の出力の平均値 $\langle U \rangle$ を検出し保持するものである。つまり、平均値 Q

$$Q = \langle U \rangle \quad (3)$$

を保持する。実際には、デジタル信号なのであるから、H レベルと L レベルの中間値を求めているのである。

電流電圧変換部 2 の出力 U 自体は光入力的大小によつてその振幅は変動する。しかし、平均値ホールド部 3 は、光入力的大小に関係なく常に平均値 (振幅の半分) を検出し保持する。

- (4) ピーク値ホールド部 4 は、電流電圧変換部 2 の出力 U のピーク値 (上限値又は下限値) を検出しこれを保持する。

信号 U の大きさは、光信号の大小によつて変動する。光信号の大小は、ピーク値 P を求める

部 4、差動増幅部 5、コンパレータ 6 よりなる。

- (1) 受光素子 1 は、光信号を電気信号に変換し、光電流 i_p を生ずる。これは、ホトダイオード (PD)、アバランシェホトダイオード (APD) など任意の受光素子を用いる事ができる。

- (2) 電流電圧変換部 2 は、受光素子 1 で得られる光電流 i_p を電圧に変換し増幅するものである。 i_p をそのまま一定増幅率で増幅すると、ダイナミツクレンジを広くとる事ができない。

ダイナミツクレンジを広くするため、ダイオードリミッターを付加する。このようにすると、ダイオードの電流・電圧特性に応じて対数増幅ができる。対数増幅であるから、小信号時に増幅率が高く、大信号時に増幅率が低くなる。このため、ダイナミツクレンジを広くする事ができる。

これは、増幅率を決定する帰還抵抗と並列に、ダイオードをつなぐ事によつてなされる。

これは公知の手法であつて、例えば、本発明者になる、特開昭 60 - 263546 号 (S 60. 12. 27)

事によつて分る。ピーク値 P というのは光信号の大小を表わすものである。

増幅された信号 U は、本質的には、矩形波であつて、H レベルと L レベルの電圧信号よりなる。これを U_h 、 U_l と書く。実際には波形がなまるので、矩形波より正弦波に近いものとなつてはいるが、本質的には二値レベルよりなる。

正パルス、負パルスを扱う場合によつて異なるが、 $U_h > U_l$ とすると、振幅は $(U_h - U_l)$ である。

ピーク値 P は U_h である。

平均値 Q は $(U_h + U_l)/2$ である。

- (5) 差動増幅部 5 は、電流電圧変換部 2 の信号 U と、平均値 Q の差を増幅する。 U は U_h と U_l の集合であり、 Q は U_h と U_l の平均であるから、これらを差動増幅すると、 U_h と U_l を的確に分ける事ができる。

つまり、 $U = U_h$ とあれば、

$$U - Q = (U_h - U_l)/2 \quad (4)$$

となり、 $U = U_s$ であれば

$$U - Q = -(U_h - U_s)/2 \quad (5)$$

となる。ところが、振幅 $(U_h - U_s)$ は光信号の大小によつて変化するので、(4)、(5)式の結果は一定値でない。

差動増幅部5の出力レベルが、光信号の大小によらないようにするため、増幅率 A を、ピーク値 P の値によつて変える。ピーク値 P は光信号の大きさを表わしている。

光信号の大小の影響を除くため、 P が大きい時に、増幅率 A を小さくする。

P が小さい時には、 A を大きくする。

このようにすると、差動増幅器5の出力は、光信号の大小に拘わらずほぼ一定とする事ができる。

つまり、差動増幅部5は、自動利得制御回路と同様の働きをしているのである。

こうするためには、差動増幅部5のバイアス電流をピーク値 P によつて制御するようにする。

ーク値 P によつて増幅率が制御される複数段の差動増幅回路を直列に接続してもよい。

このようにすると、ピーク値 P の函数としての増幅率 A の設定がより容易になり、より複雑な函数関係を与える事もできる。

- (6) コンパレータ6は、固定基準電圧 S と W とを比較して、 $W > S$ であれば1を $W < S$ であれば0を出力する。これが V_{out} であつて、二値化された矩形波となる。

固定基準電圧 S は(8)、(9)から $S = 0$ であるべきであるが、無信号時に $P \rightarrow 0$ 、 $A \rightarrow \infty$ となりノイズが増幅される事により $W > 0$ となるので、一定のバイアス Δ を加えて、 $S = 0$ とする。ノイズが増幅されても、これが Δ を越えないように Δ を設定する。

ノイズを除くための直流バイアスは、コンパレータの基準電圧に加えるとは限らない。そうではなくて、差動増幅器の出力に直流バイアスを加え、 $W' = W - \Delta$ というようにしてもよい。ノイズの上限が Δ より小さい限り、無信号時の

さきほどの単純化した例で $U_s = 0$ として説明する。これはLレベルで光が存在しないという仮定である。

増幅率 A を、ピーク値 P に反比例させて、

$$A = \frac{K}{P} \quad (6)$$

とすると、差動増幅部の出力 W は

$$W = A(U - Q) \quad (7)$$

であるが、 $P = U_h$ であるので、

$$U = U_h \text{ のとき } W = K/2 \quad (8)$$

$$U = U_s \text{ のとき } W = -K/2 \quad (9)$$

となる。つまり、光信号の大小によらず、差動増幅器の出力の振幅は K であり、中間値は $W = 0$ である。

実際には、(6)式のように、正確に P に反比例する増幅率でなくてもよい。

差動増幅部5は一段であるとは限らない。ビ

ノイズについて必ず $W' < 0$ となる。 $W' < S = 0$ となるので、ノイズがカットされる。

(7) 作 用

本発明の光受信回路に於ては、差動増幅部5の増幅率がピーク値ホールド部のピーク値 P によつて変わる。このため、光信号の大小に拘わらず、差動増幅部の出力の大きさは一定である。

そして、固定の基準電圧 S によつて、信号出力 W を二値化する。 S は、信号のHレベルとLレベルのほぼ中間である。したがつて、パルス幅歪みが少ない。

電流電圧変換部2が対数増幅機能を持つようにすれば、ダイナミックレンジが広く、高感度であるようにできる。

(8) 効 果

本発明の光受信回路は、

- (1) ダイナミックレンジが広い。
- (2) 高感度である。
- (3) パルス幅歪が小さい。
- (4) ノイズマージンが大きい。

などの効果を取めることができる。

FA用光LAN、車載用光通信機などに利用すると効果的である。

4 図面の簡単な説明

第1図は本発明の光受信回路の構成図。

第2図はリニアアンプとコンパレータを使った従来例にかかる光受信回路の構成図。

第3図は従来例にかかるATC付光受信回路の構成図。

第4図は従来例にかかるAGC付光受信回路の構成図。

- 1 …… 受光素子
- 2 …… 電流電圧変換部
- 3 …… 平均値ホールド部
- 4 …… ピーク値ホールド部
- 5 …… 差動増幅部
- 6 …… コンパレータ
- 10 …… アンプ
- 11 …… コンパレータ

